©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Beobachtungen über die Ausscheidung des indigschwefelsauren Natrons.

(Mit 2 Tafeln.)

Von Dr. **F. Mareš,**

Assistenten am physiologischen Institute der k. k. böhmischen medicinischen Facultät zu Prag.

Die Ausscheidung des indigschwefelsauren Natrons durch die Leber wurde von Chrzonszczewski zur physiologischen Injection der Gallenwege benützt; er fand, dass nach Überfüllung des Blutkreislaufes eines Säugethieres mit diesem Farbstoffe die Gallengänge sich damit nach $1^1/_2$ Stunden füllen. Heidenhain fand später, dass diese Füllung beim Frosche sehr leicht gelingt, wenn man den Farbstoff in Substanz in einen Lymphsack bringt.

Heidenhain benützte die Ausscheidung des indigschwefelsauren Natrons zur Ergründung jener Elemente der Niere, welche die festen Bestandtheile des Harns, namentlich den Harnstoff liefern. Er sagt, die Niere sei specifisches Ausscheidungsorgan für das indigschwefelsaure Natron; ihr dürfte höchstens die Leber den Rang als Eliminationswerkzeug für jenes Salz streitig machen.

Da nun die Niere, so meint er, auch specifisches Ausscheidungsorgan für den Harnstoff ist, so werde es nahe gelegt, die Erfahrungen, welche mit Hilfe des genannten Salzes gewonnen werden, für allgemeine Schlüsse zu verwerthen. Die Untersuchungen über die Ausscheidung des indigschwefelsauren Natrons durch die Niere führte Heidenhain an Säugethieren aus.

Die von Diakonov herrührende Angabe, dass das indigschwefelsaure Natron durch Leber und Niere in beinahe gleicher Menge ausgeschieden werde, nahm man als richtig an.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Es wurde also die Ausscheidung des indigschwefelsauren Natrons durch Niere und Leber für die Lehre von der Absonderung und Ausscheidung in zweifacher Beziehung verwerthet; einmal wollte man nach den Spuren dieses Farbstoffes den anatomischen Bau des Secretionsorganes ergründen; das andere Mal benützte man die bei der Ausscheidung des indigschwefelsauren Natrons gewonnenen Erfahrungen für Schlüsse über den normalen Secretionsvorgang selbst. Man nahm an, dass dieser Farbstoff auf demselben Wege und auf dieselbe Weise ausgeschieden werde, wie die normalen, im Körper gebildeten Secrete.

Diese Annahme ist allerdings einigermassen willkürlich; denn ein fremder Stoff könnte durch blosse physikalische Kräfte aus dem Körper eliminirt werden, ohne die Thätigkeit der Secretionszellen in Anspruch nehmen zu müssen.

Abgesehen von diesem, so zu sagen, logischen Einwand, lässt sich gegen jene Annahme nichts Praktisches vorbringen im Gegentheil, es sollen hier Beobachtungen mitgetheilt werden, die dafür sprechen, dass die Ausscheidung des indigschwefelsauren Natrons die Thätigkeit der Secretionszellen erfordert, und dass Schlüsse über den normalen Secretionsvorgang aus den Beobachtungen über die Ausscheidung jenes Stoffes gezogen werden dürfen.

Ich habe die Untersuchung über die Ausscheidung des indigschwefelsauren Natrons angestellt, ursprünglich um die anatomische Frage zu lösen, wie die Gallengänge mit den Leberzellen zusammenhängen; bei dieser Untersuchung machte ich aber Beobachtungen von speciell physiologischem Interesse, so dass die ursprüngliche anatomische Aufgabe dadurch ganz in den Hintergrund gestellt wurde; die vorliegende Darstellung der gemachten Beobchtungen hält den Gang der Untersuchungen ein.

I. Ausscheidung des indigschwefelsauren Natrons durch die Froschleber. Verhalten der Winterfrösche; Einfluss der Kälte auf die Ausscheidungsgeschwindigkeit; Zusammenhang der Gallengänge mit den Leberzellen.

Die Ansicht, dass die Anfänge der Gallengänge in den Leberzellen selbst zu suchen seien, wurde von Weber, Asp,

Mac Gillavry und Anderen ausgesprochen. Sie gewann an Bedeutung, als Pflüger die Beobachtung veröffentlichte, er hätte an mit Berlinerblau injicirten Präparaten in den Leberzellen unendlich feine Kanälchen wahrgenommen, die sich im Protoplasma zu verästeln schienen. Kupffer fand später, dass nach künstlichen Injectionen der Gallengänge in den Leberzellen knopfförmige Anhäufungen des Farbstoffes erscheinen, die mit den Gallengängen durch feine Kanälchen in Verbindung stehen; ähnliche Bilder hätte er durch physiologische Injection der Froschleber gewonnen. Ein ähnliches, nach den Abbildungen zu urtheilen, identisches Resultat erhielt L. Pfeiffer durch künstliche Injection an Kaninchen, Meerschweinchen und einem Kinde. Kupffer und Pfeiffer behaupten also, das Secret sammle sich in präformirten Vacuolen innerhalb der Leberzellen an, von wo es durch feinste Kanälchen in die angränzenden Gallengänge abfliesse; in Übereinstimmung damit stehe die Beobachtung von Wyss und von Popov, dass nach Unterbindung des Ductus choledochus bei Kaninchen ähnliche Vacuolen mit stagnirendem Secrete gefüllt in den Leberzellen erscheinen.

Das Eindringen von Farbstoff in das Innere der Leberzellen nach künstlichen Injectionen ist eine alte Beobachtung; früher wurden aber solche Vorkommnisse vielfach für Artefacte erklärt. Dieser Verwurf trifft alle künstlichen Injectionen; man möchte annehmen, dass auch die Argumente, die L. Pfeiffer diesem Vorwurfe entgegenhält, diesen nicht vollständig zu entkräften vermögen.

Wenn die physiologische Injection ähnliche, oder wenigstens entsprechende Bilder gibt, dann ist die Frage entschieden.

Ich trat im November 1883 daran, dieses zu versuchen; als Versuchsthier benützte ich den Frosch wegen der Leichtigkeit, mit der bei ihm die physiologische Injection der Gallengänge gelingt, und wegen des einfachen Baues der Leber dieses Thieres. Es wurde einem Frosche täglich 1 Ccm. einer gesättigten Lösung von indigschwefelsaurem Natron unter die Rückenhaut eingespritzt, und das Thier nach zwei bis drei Tagen getödtet. Die Leber wurde sofort frisch im Blutserum untersucht; die Füllung der Gallengänge war immer vorhanden, sie besteht also schon im Leben, und entsteht nicht erst durch Füllung des

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Farbstoffes bei der Behandlung der Leber mit Alkohol. Das frische Präparat lässt sich aber zur Lösung der gestellten Frage nicht verwenden, weil dabei die Structur der Leber nicht klar zu Tage tritt. Die mit absolutem Alkohol behandelte Leber wurde dann, durch Nelkenöl aufgehellt, in Damarlack untersucht.

Ich fand im November 1883 keine Bilder, die zur Lösung der Frage verwerthet werden könnten.

Als ich im Jänner 1884 die Untersuchung wieder aufnahm, so fand ich, dass sich die Gallengänge mit dem Farbstoffe nicht mehr füllen; nach zwei Tagen, wo täglich 1 Ccm. der Farbstofflösung injicirt wurde, fand sich keine Spur davon innerhalb der Leberzellenschläuche; dafür waren aber einzelne Haufen des Farbstoffes in den Blutcapillaren bemerkbar. Es war klar, dass der Farbstoff die Blutgefässe nicht verlassen hatte.

Ich dachte daran, es wäre möglich durch Überfüllung des Blutkreislaufes mit dem Farbstoffe es so weit bringen zu können, dass sich die Leberblutcapillaren mit dem Farbstoffe vollständig füllen, dass eine physiologische Injection der Leberblutcapillaren hervorkommen könnte.

Diesen Gedanken sah ich verwirklicht nach sechs Tagen, wo täglich 1 Ccm. der Farbstofflösung eingeführt wurde. Die Injection der Leberblutcapillaren war vollständig; sie steht in nichts einer künstlichen Injection nach, ausgenommen, dass sie nicht so gleichmässig ist, da hier der Farbstoff in den Capillaren körnig niedergeschlagen ist. In den Gallengängen ist keine Spur vom Farbstoffe zu finden (siehe Taf. I, Fig. 1, 2). Die reinsten physiologischen Injectionen der Leberblutcapillaren, wo keine Spur von dem Farbstoffe in den Gallengängen zu finden war, zeigten sich im Februar 1884.

Die untersuchten Frösche wurden an einem kühlen Orte aufbewahrt.

Es lag nahe anzunehmen, die Ursache davon, dass der Farbstoff durch die Leber des Winterfrosches nicht ausgeschieden wird, sei die Kälte. Demgemäss habe ich im Juni 1884 Frösche in Eiswasser gelegt, in der Erwartung, dass dadurch die Ausscheidung des indigschwefelsauren Natrons verhindert werden könnte. Diese Erwartung erfüllte sich nicht; obzwar die Frösche sieben Tage im Eiswasser lagen und ganz unbeweglich waren,

füllten sich bei ihnen die Gallengänge mit dem Farbstoffe ebenso vollständig, wie es bei einem normalen Sommerfrosche der Fall ist (vergl. Taf. II, Fig. 1).

Der Einfluss der Kälte auf die Ausscheidung des Farbstoffes machte sich doch in einer Beziehung bemerkbar; während bei einem Sommerfrosche eine halbe Stunde nach Injection von 1 Ccm. der Farbstofflösung die Anfänge der Gallengänge gefüllt erscheinen, war bei einem sechs Tage in Eiswasser gelegenen Sommerfrosche zwei Stunden nach Injection des Farbstoffes noch keine Spur davon in den Gallengängen zu finden. Es wird also die Ausscheidung des Farbstoffes durch Kälte merklich verzögert; man kann in der That geringe Spuren des Farbstoffes noch in den Leberblutcapillaren bemerken, was bei einem normalen Sommerfrosche nicht der Fall ist.

Die Erscheinung, dass der Winterfrosch das indigschwefelsaure Natron nicht ausscheidet, wird also nicht durch blosse Kälte hervorgebracht; es scheint hier noch ein anderer unbekannter Umstand im Spiele zu sein.

Im Jänner 1885 controlirte ich die im vorigen Winter gemachte Beobachtung. Die Secretion des Farbstoffes durch die Leber hörte allmälig auf und Ende Jänner 1885 wurde sie minimal. Die Secretion des Farbstoffes durch die Nieren wurde auch spärlicher, doch schien die Thätigkeit der Niere die der Leber um Einiges zu überdauern. Die untersuchten Frösche wurden an einem kühlem Orte (5—10° C. Temperatur) aufbewahrt.

Es entstand nun die Frage, ob die stockende Secretion des Farbstoffes durch Wärme in Gang gebracht werden könnte. Da es mir nicht gelungen ist, durch Kälte die Secretion des Farbstoffes beim Sommerfrosche zu verhindern, so war ich darauf gefasst, dass auch die Wärme beim Winterfrosche nicht im Stande sein wird, die gesunkene Secretionsthätigkeit zu heben.

Es wurden zwei ganz gleiche Frösche ausgesucht; der eine bei einer Temperatur von 5—10° C. aufbewahrt, der andere in einem warmen Zimmer von 20° C. Temperatur gelassen; beiden wurde zu gleicher Zeit die gleiche Menge der Farbstofflösung injicirt.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Die Secretion des an kühlem Orte aufbewahrten Frosches lag vollkommen darnieder; es zeigte sich keine Spur von dem Farbstoffe innerhalb der Gallengänge.

Anders war es bei dem an warmem Orte gehaltenen Frosche. Die Gallengänge waren fast vollkommen injicirt; die Secretion war also ziemlich lebhaft.

Es zeigt sich hier eine eigenthümliche Differenz zwischen der Wirkung der Kälte und der Wärme auf die Secretionsthätigkeit. Die Kälte allein ist nicht im Stande, die Secretionsthätigkeit der Leberzellen zu hemmen; durch blosse Kälte wird aus einem Sommerfrosche kein Winterfrosch, es scheint noch ein eigenthümlicher physiologischer Umstand dabei mitzuwirken, ausgenommen, wenn man annehmen wollte, dass die sieben Tage dauernde Einwirkung der Kälte nicht ausreichend war, und dass vielleicht eine länger dauernde Kältewirkung den erwarteten Effect haben könnte.

Die Wärme vermag dagegen die ruhende Secretionsthätigkeit des Winterfrosches allein zu wecken.

Als ich im Winter 1884 das Aufhören der Secretion des indigschwefelsauren Natrons durch die Froschleber erkannte, habe ich daran gedacht, dass im Frühjahre eine allmälig beginnende Ausscheidung des Farbstoffes durch die Leber sich zeigen werde; es wäre möglich in dieser Periode Bilder zu bekommen, die über den fraglichen Zusammenhang der Leberzellen mit den Gallencapillaren am leichtesten Aufschluss geben könnten.

In der That zeigten sich die ersten Anfänge der Ausscheidung bei Fröschen, die im Institute überwintert hatten, Anfang April 1884; die zu dieser Zeit frisch eingebrachten Frösche zeigten schon eine viel lebhaftere Ausscheidung. Nach zwei Tagen, wo täglich 1 Ccm. der Farbstofflösung injicirt wurde, zeigten sich sehr feine Spuren des Farbstoffes innerhalb der Leberzellenschläuche; sehr viel von dem Farbstoffe blieb jedoch noch in den Blutcapillaren; es waren also die Anfänge der Gallengänge und die Blutcapillaren durch den Farbstoff deutlich markirt. Der Unterschied zwischen der physiologischen Injection der Gallengänge bei einem Frühjahr- und einem Sommer- oder Herbstfrosche ist auffallend (vergl. Taf. II, Fig. 1, 2, 3).

Beim Frühjahrsfrosche kommen Bilder vor, wo die Gallengänge sehr feine Zweigchen in die Leberzellen einsenden; es ist so, als wenn die Gallengänge innerhalb der Leberzellen wurzelten; diese Wurzelchen verlieren sich scharf im Protoplasma der Zelle, häufig endigen sie in feinen punktförmigen Anschwellungen.

Ganz ähnliche Bilder bekam ich Anfang Jänner 1885, wo die Secretion des Farbstoffes allmälig aufhört.

Bilder, die den Kupffer-Pfeiffer'schen Vacuolen ähnlich wären, fand ich nicht; es ist sehr wahrscheinlich, dass die Vacuolen, wenn sie auch wirklich anatomisch präformirt wären, schwerlich bei der normalen Secretion mit Secret gefüllt werden; es ist nicht einzusehen, warum sich die Zelle mit Secret beladen sollte, da der Weg in den Ausführungsgang offen steht. Demnach glaube ich, dass die Vacuolen, die nach künstlichen Injectionen in den Leberzellen erscheinen, wirklich Kunstproducte sind, wenn nicht im anatomischen, so doch im physiologischen Sinne.

Ich habe es versucht, durch Zerzupfen des Präparates einzelne Leberzellen in Verbindung mit injicirten Gallengängen isolirt zu erhalten; die Spuren des Farbstoffes zeichnete ich in die Zellen nur dann hinein, wenn ich zu gleicher Zeit den Farbstoff und den Zellenkern verhältnissmässig gleich klar gesehen habe.

Es ist Thatsache, dass die Gallengänge innerhalb der Leberzellen wurzeln; mit anderen Worten, dass das Secret aus den Leberzellen in die Ausführungsgänge abfliesst und unter Umständen, wie das indigschwefelsaure Natron, unterwegs gesehen werden kann. Diese Thatsache eröffnet uns aber keinen neuen Gesichtspunkt über die Secretionsthätigkeit; es ist schwer, sich die Sache anders vorzustellen.

Die vorgeführten Beobachtungen berechtigen zu folgenden Folgerungen:

Es ist anzunehmen, dass die Ausscheidung des indigschwefelsauren Natrons durch die Leber die Secretionsthätigkeit der Leberzellen erfordert; dafür spricht die Beobachtung, dass dieser Farbstoff nicht eliminirt wird, wenn die Thätigkeit der Leberzellen auf ein Minimum gesunken ist, wie es von den

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Leberzellen des Winterfrosches mit Wahrscheinlichkeit angenommen werden darf.

Die Thätigkeit der Leberzellen kann durch blosse Kälte nicht verhindert werden; sie wird nur deutlich verzögert.

Die ruhenden Leberzellen können durch blosse Wärme zur lebhaften Thätigkeit geweckt werden.

II. Beobachtungen über die Betheiligung der Niere und der Leber an der Ausscheidung des indigschwefelsauren Natrons bei Vögeln und Fröschen im Gegensatze zu den Säugethieren.

Als ich, meine ursprüngliche anatomische Aufgabe über den Zusammenhang der Leberzellen mit den Gallencapillaren verfolgend, daran schritt, eine physiologische Injection der Gallengänge bei einem Säugethiere zu erhalten, habe ich mich überzeugt, dass diese Injection durchaus nicht so leicht gelingt, wie bei einem Frosche. Ich habe einem Kaninchen nach und nach 50 Ccm. einer concentrirten Lösung des indigschwefelsauren Natrons in die Vena jugularis eingeführt, und das Thier $1^1/_2$ Stunden nach der Injection getödtet; die Dosis bewirkte eine malachitblaue Verfärbung aller Körpergewebe. Die Niere war mit dem Farbstoffe überladen, die Epithelien der gewundenen Harncanälchen waren tiefblau gefärbt, das Lumen der geraden Canälchen mit Farbstoff gefüllt, die Glomeruli frei; der Befund entsprach vollständig jenem, der von Heidenhain als Norm erkannt wurde; die Harnblase war mit blau gefärbtem Harn gefüllt. Es zeigte sich aber keine Spur von dem Farbstoffe innerhalb der Gallengänge der Leber.

Ich schloss daraus, dass der Farbstoff beim Säugethiere vorzugsweise durch die Niere ausgeschieden wird, und dass die Leber sich an der Ausscheidung erst dann betheiligt, wenn der Blutkreislauf mit dem Farbstoffe überfüllt ist, wie es auch von Chrzonszczewski hervorgehoben wurde. Ebenso ist durch Heidenhain bekannt, dass die kleinsten Spuren des Farbstoffes in den Kreislauf eingeführt die Niere und den Harn des Säugethieres blau färben.

Es scheint also, dass beim Säugethiere die Niere specifisches Ausscheidungsorgan für indigschwefelsaures Natron ist, und dass die Leber ihr den Rang als Eliminationswerkzeug für jenes Salz nicht streitig machen kann.

Ich habe nun Folgendes erwogen; der Harn des Säugethieres und des Vogels sind chemisch in ihren Hauptbestandtheilen fast diametral verschieden; es ist demnach anzunehmen, dass auch der Secretionsvorgang in der Säugethierniere verschieden ist von dem in der Vogelniere. Diese Verschiedenheit könnte möglicherweise auch bei der Ausscheidung des indigschwefelsauren Natrons zur Geltung kommen: die Vogelniere wäre nicht specifisches Ausscheidungsorgan für indigschwefelsaures Natron; es könnte also möglicherweise die physiologische Injection der Gallengänge bei einem Vogel viel leichter gelingen als bei einem Säugethiere.

Auf Grund dieser Erwägung habe ich folgende Versuche angestellt:

1. Einer Taube wurden einige Tropfen der Farbstofflösung in die Vena jugularis injicirt und das Thier 10 Minuten nach der Injection getödtet; die Körpergewebe waren gar nicht verfärbt; die mit Alkohol behandelte Leber deutlich blau; die Niere gar nicht verfärbt. Mikroskopisch zeigten sich die Anfänge der Gallengänge injicirt; in der Niere war keine Spur von dem Farbstoffe zu finden.

2. Einem jungen Huhne wurden 0·2 Ccm. von der Farbstofflösung injicirt, das Thier 6 Minuten nach der Injection getödtet; Körpergewebe kaum merklich verfärbt; Leber grünlich, Nieren hellroth; die mit Alkohol behandelte Leber deutlich blau, die Nieren gar nicht verfärbt. Mikroskopisch zeigten sich die Anfänge der Gallengänge injicirt, in der Niere keine Spur von dem Farbstoffe zu finden.

3. Einem grossen Huhne wurde 0·1 Ccm. von der Farbstofflösung in die Vena jugularis injicirt, das Thier nach 5 Minuten getödtet. Mikroskopisch die Gallengänge stellenweise durch den Farbstoff angedeutet; die Nieren vollständig frei vom Farbstoffe.

4. Einer Ente wurden 2 Ccm. von der Farbstofflösung in die Vena jugularis injicirt, das Thier 7 Minuten nach der Injection getödtet; Körpergewebe stahlgrau verfärbt; Leber grünlichbraun.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Nieren hellroth; in den Harnleitern geringe Spuren eines blauen Farbstoffniederschlages. Mikroskopisch zeigten sich die Gallengänge injicirt; in den Nieren keine Spur vom Farbstoffe zu finden.

5. Einer Taube wurde 1 Ccm. von der Farbstofflösung injicirt, das Thier 5 Minuten nach der Injection getödtet. Mikroskopisch zeigten sich die Gallengänge injicirt; in den Nieren im Lumen einzelner gerader Harncanälchen Spuren vom Farbstoffniederschlage.

6. Einer Taube wurde 1 Ccm. von der Farbstofflösung injicirt, das Thier nach 15 Minuten getödtet; mikroskopisch zeigten sich die Gallengänge injicirt; im Lumen einzelner geraden Harncanälchen Spuren vom Farbstoffniederschlage.

7. Einem Huhne wurden 5 Ccm. von der Farbstofflösung injicirt, das Thier nach 15 Minuten getödtet; mikroskopisch starke Injection der Gallengänge; in den Nieren geringe Spuren des Farbstoffes in den Harncanälchen; stellenweise auch die Epithelien der gewundenen Canälchen deutlich blau verfärbt.

8. Einem Huhne wurden 10 Ccm. von der Farbstofflösung injicirt, das Thier 25 Minuten nach Beginn der Injection getödtet. Die mit Alkohol behandelte Leber tiefblau; mikroskopisch zeigt sich ein vollständiges Netz injicirter Gallengänge; in der Galle reichliche Niederschläge des Farbstoffes. Die Epithelien der gewundenen Harncanälchen zeigten sich stellenweise bläulich tingirt; innerhalb der geraden Harncanälchen merkliche Spuren des Farbstoffniederschlages; gegenüber der vollständigen Injection der Gallengänge ist die in der Niere enthaltene Farbstoffmenge gering.

Die Leichtigkeit, mit der die physiologische Injection der Gallengänge beim Frosche gelingt, führte mich zu analogen Versuchen:

1. Einem Frosche wurden einige Tropfen von der Farbstofflösung in einen Lymphsack injicirt, das Thier nach 24 Stunden getödtet: Körpergewebe kaum verfärbt, Nieren hellroth, Leber dunkelviolett. Mikroskopisch zeigten sich die feinsten Gallengänge injicirt; die Nieren vollständig frei vom Farbstoffe.

2. Einem Frosche wurden einige Tropfen von der Farbstofflösung injicirt, das Thier nach 4 Stunden getödtet. Gallen-

gänge durch den Farbstoff angedeutet; in den Nieren keine Spur von dem Farbstoffe zu finden.

Wegen Controle wurden an Kaninchen folgende Versuche angestellt:

1. Einem Kaninchen 15 Ccm. injicirt, 15 Minuten nach Beginn der Injection getödtet; mit Alkohol behandelte Niere tiefblau, Leber kaum merklich verfärbt. Mikroskopisch die Niere mit Farbstoff überfüllt; in den Gallengängen keine Spur vom Farbstoffe zu finden.

2. Einem Kaninchen 10 Ccm. injicirt, nach 5 Minuten getödtet; in den Gallengängen keine Spur vom Farbstoffe.

3. Einem Kaninchen wurden rasch 30 Ccm. in die Vena jugularis eingeführt; das Thier ging in 5 Minuten unter Convulsionen zu Grunde; in der Harnblase eine geringe Menge klaren gelben Harns; mikroskopisch zeigt sich das Blut bläulich tingirt; Farbstoffkörnchen in einzelnen lymphoiden Zellen; an mit Alkohol behandelten Präparaten in den Leberblutcapillaren stellenweise Farbstoffniederschläge; die Gallengänge vollständig frei vom Farbstoffe. Die Epithelien der gewundenen Harnkanälchen blau verfärbt; stellenweise sind die Gefässe der Glomeruli mit einem Farbstoffniederschlag gefüllt.

Diese Versuche zeigen, dass beim Vogel und Frosch die physiologische Injection der Gallengänge immer gelingt, auch wenn ganz geringe Mengen des indigschwefelsauren Natrons in den Kreislauf eingeführt und die Thiere sehr bald nach der Injection des Farbstoffes getödtet werden. Die Vogel- und Froschniere dagegen zeigt sich vollständig frei vom Farbstoffe, wenn minimale Mengen davon injicirt werden. Die Betheiligung der Niere an der Ausscheidung des Farbstoffes beginnt erst dann deutlich zu werden, wenn grössere Mengen davon eingeführt werden. Immer ist aber beim Vogel und Frosch die Ausscheidung des Farbstoffes durch die Leber viel lebhafter als durch die Niere. Beim Säugethiere dagegen betheiligt sich die Leber an der Ausscheidung des Farbstoffes gar nicht, so lange nicht grosse Mengen davon im Körper circuliren und längere Zeit nach der Injection verstrichen ist; die Säugethierleber scheidet den Farbstoff erst dann aus, wenn die Niere durch die Secretionsthätigkeit ermüdet ist und die circulirenden Farbstoffmengen nicht

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

mehr bewältigen kann. Die Ermüdung der Säugethierniere durch die Ausscheidung des indigschwefelsauren Natrons wurde von Heidenhain demonstrirt.

Wenn wir also die Säugethierniere als specifisches Ausscheidungsorgan für das indigschwefelsaure Natron bezeichnen, so können wir der Vogel- und Froschniere dieselbe Fähigkeit nicht in gleichem Masse zusprechen. Die Vogel- und Froschniere zeigt sich merklich indifferenter gegenüber diesem Salze.

Es handelt sich nun um Ergründung der Bedeutung dieser Erscheinung.

Die Vogelniere ist von der Säugethierniere anatomisch und physiologisch verschieden. Neben der Kleinheit der malpighischen Gefässknäuel der Vogelniere im Verhältniss zu denen der Säugethierniere ist die Formation des Epithels der gewundenen Harncanälchen hervorzuheben. Bei den Vögeln und Amphibien findet sich die für die Säugethierniere charakteristische stäbchenförmige Differencirung des Protoplasmas der Epithelien in den gewundenen Harncanälchen unvollkommen ausgebildet; die Vögel haben in den gewundenen Harncanälchen ganz regelmässige cylindrische Epithelzellen ohne specifisches Gepräge, die Amphibien haben daselbst Wimperzellen; eine schwach angedeutete stäbchenförmige Differencirung des Protoplasmas findet sich bei diesen Thierclassen nur in den Epithelzellen der aufsteigenden Theile der Henle'schen Schleifen (Heidenhain).

Nach dem chemischen Charakter des Säugethier- und des Vogelharns ist man berechtigt anzunehmen, dass auch der Secretionsvorgang in der Säugethierniere verschieden ist von dem in der Vogelniere.

Es ist nun die Frage, ob diese physiologische Verschiedenheit mit der anatomischen zusammenfällt, mit anderen Worten, welche physiologische Bedeutung die stäbchenförmige Differencirung des Epithels der gewundenen Harncanälchen hat.

Heidenhain spricht sich über die physiologische Bedeutung der Stäbchenzellen sehr reservirt aus; er meint, man könne keinen bestimmten Gesichtspunkt für die Beurtheilung ihrer Function gewinnen. Er hat erkannt, dass das indigschwefelsaure Natron constant in jenen Abschnitten der Harncanälchen ausgeschieden wird, wo das Epithel stäbchenförmig differencirt ist,

ohne aber dieses Epithel als massgebend für die Secretion, gewissermassen als Ausscheidungsorgan dieses Salzes hervorzuheben. Nach Analogie schliesst er weiter, dass wahrscheinlich auch der Harnstoff durch dieses Epithel secernirt wird.

Wenn nun die Thatsache hinzukommt, dass das indigschwefelsaure Natron von solchen Nieren, wo die Stäbchenformation des Epithels unvollkommen ausgebildet ist, nicht so leicht ausgeschieden wird, so wird es sehr wahrscheinlich gemacht, dass die Stäbchenformation des Epithels in inniger functioneller Beziehung zur Ausscheidung des indigschwefelsauren Natrons steht.

Es wäre also in der That die stäbchenförmige Differencirung des Epithels in den gewundenen Harncanälchen der anatomische Ausdruck für eine physiologische Eigenthümlichkeit des Secretionsvorganges; mit anderen Worten, es wäre das Stäbchenepithel ein mit specifischem Thätigkeitsvermögen ausgestattetes Organ.

Da nun die physiologische Eigenthümlichkeit des Secretionsvorganges in der Säugethierniere durch die Leichtigkeit, grosse Mengen Harnstoffes auszuscheiden, charakterisirt ist, und da diese Fähigkeit mit der stäbchenförmigen Differencirung des Nierenepithels zusammen vorkommt, so wird durch diese Coincidenz sehr wahrscheinlich gemacht, dass das specifische Thätigkeitsvermögen des Stäbchenepithels, welches wir ihm nach den mitgetheilten Erfahrungen über die Ausscheidung des indigschwefelsauren Natrons mit Wahrscheinlichkeit zuschreiben dürfen, in der ausserordentlichen Fähigkeit, Harnstoff auszuscheiden, besteht. Der Vogel, der wenig Harnstoff ausscheidet, braucht dieses Organ nicht, es hat sich bei ihm nicht vollkommen entwickelt.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel I.

Fig. 1. Physiologische Injection der Leberblutcapillaren beim Winterfrosche (Februar). Oc. Reichert II, Obj. 4.
2. Dasselbe mit Reichert Oc. III, Obj. 6.

Tafel II.

Fig. 1. Physiologische Injection der Gallengänge bei einem Sommerfrosche, der sechs Tage im Eiswasser gelegen war. Reichert Oc. III, Obj. 8.
2 u. 3. Beginnende Secretion des indigschwefelsauren Natrons beim Frühjahrsfrosche. Reichert Oc. III, Obj. 8, control. Obj. 18.
4 u. 5. Isolirte Zellen aus der Leber eines Frühjahrsfrosches.
6. Indigschwefelsaures Natron in der Leber einer Taube nach Injection einiger Tropfen der Farbstofflösung und 10 Minuten Secretionsdauer. Reichert Oc. II, Obj. 4.

Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

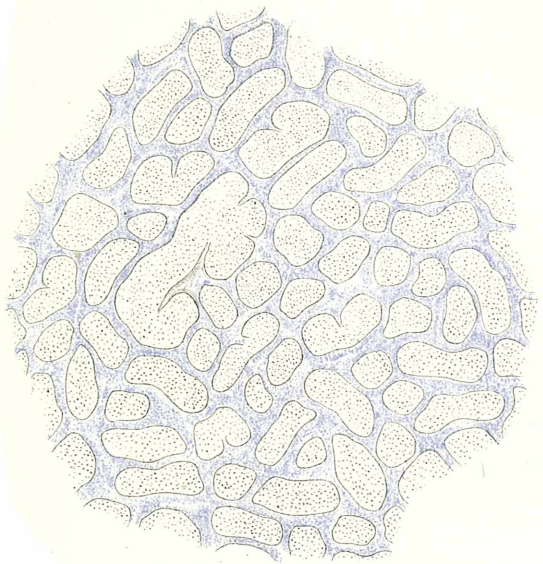


Fig. 1.

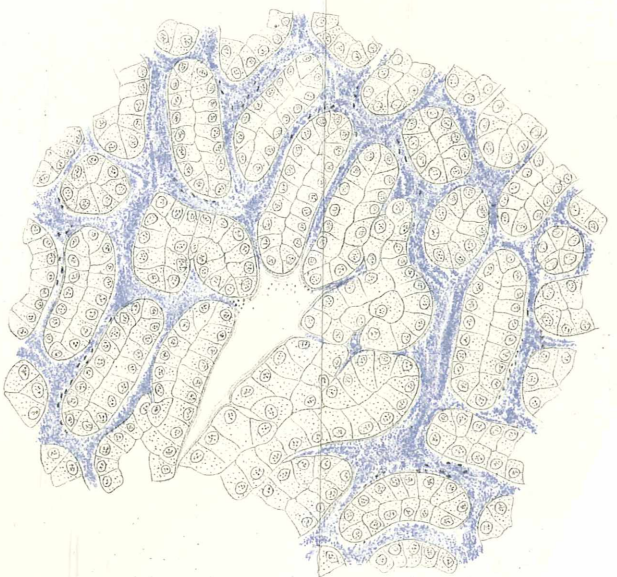


Fig. 2.

Autor del. lith. v. Dr J. Heitzmann

k. k. Hof. u. Staatsdruckerei

Sitzungsb. d. k. Akad. d. W. math. naturw. Classe XCI. Bd. III. Abth. 1885.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

©Akad. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

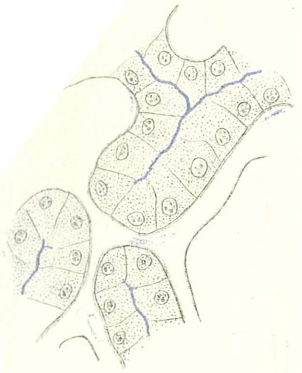


Fig. 1.

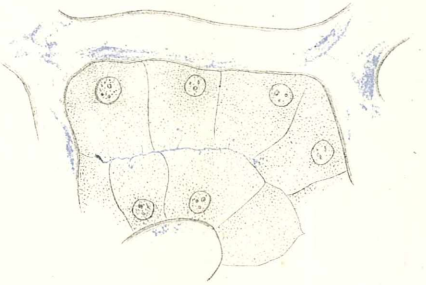


Fig. 2.

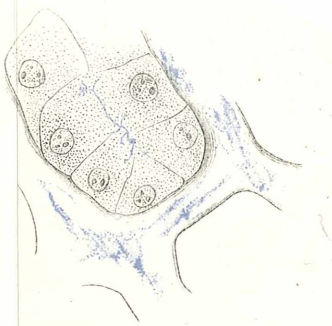
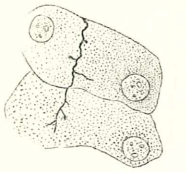


Fig. 3.



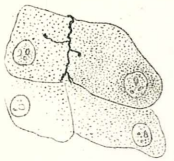
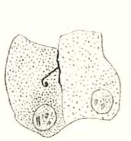


Fig. 4.



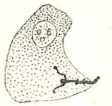


Fig. 5.

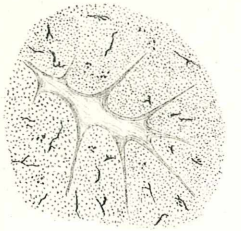


Fig. 6.

Autor del.lith.v.Dr J.Heitzmann.

k.k.Hof.u.Staatsdruckerei.